

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	75 (1984)
<b>Heft:</b>	9
<b>Artikel:</b>	Subsynchrone Schwingungen und Resonanzen in elektrischen Maschinen
<b>Autor:</b>	Hartenstein, R.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-904403">https://doi.org/10.5169/seals-904403</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Subsynchrone Schwingungen und Resonanzen in elektrischen Maschinen

**Zuschrift zum Aufsatz «Subsynchrone Schwingungen und Resonanzen in elektrischen Maschinen unter Berücksichtigung des Netzes und der mechanischen Welle» von I.M. Canay, Bull. SEV/VSE 74(1983)23, S. 1321...1327**

Die Ausführungen des Autors bestätigen in eindrucksvoller Weise die Brauchbarkeit meines bereits 1969 zur Lösung des Vielmaschinenproblems in der Frequenzebene veröffentlichten Verfahrens [1, 2, 3]. In diesen Arbeiten wurden die für den Alleinbetrieb einer einzelnen Synchronmaschine bekannten Methoden zur Bestimmung selbsterregter oder erzwungener Schwingungen auf den Parallelbetrieb vieler Maschinen an einem beliebigen Netz erweitert.

Anders als Canay gelang es mir allerdings, auf den nicht vernachlässigbaren Aufwand zur Berechnung der Impedanzmatrix zu verzichten und statt dessen die originäre Knotenpunkt-Admittanzmatrix ohne weitere Umrechnungen zu verwenden. Bezeichnet man nämlich die an den Knotenpunkten eines Netzes schwingenden Ströme und Spannungen in Komponentenschreibweise mit  $\underline{i}'$ ,  $\underline{i}''$ ,  $\underline{u}'$ ,  $\underline{u}''$ , so gilt für die Schwingungen an allen Knoten dieses Netzes:

$$\begin{vmatrix} \underline{i}' \\ \underline{i}'' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \underline{Y}_{11} & \underline{Y}_{12} \\ -\underline{Y}_{12} & \underline{Y}_{11} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \underline{u}' \\ \underline{u}'' \end{vmatrix} \quad (1)$$

Die Untermatrizen  $\underline{Y}_{11}$  und  $\underline{Y}_{12}$  in dieser Gleichung werden aus der Knotenpunkt-Admittanzmatrix  $\underline{Y}$  bei unterschiedlichen Anregefrequenzen  $\lambda$  nach folgenden einfachen Beziehungen gebildet:

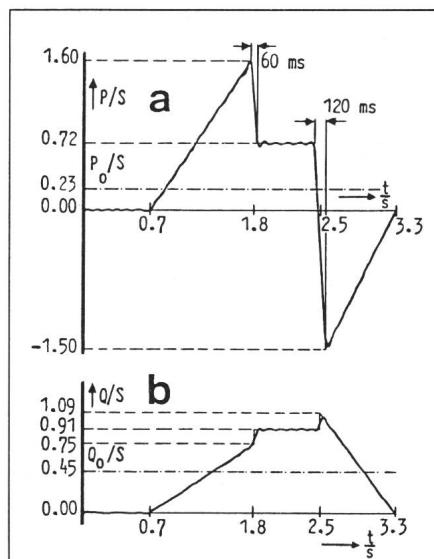


Fig. 1 Lastverlauf des Synchro-Zyklotrons

a Wirklast  $P/S = f(t)$   
b Blindlast  $Q/S = f(t)$   
mit  $S = 100 \text{ MVA}$

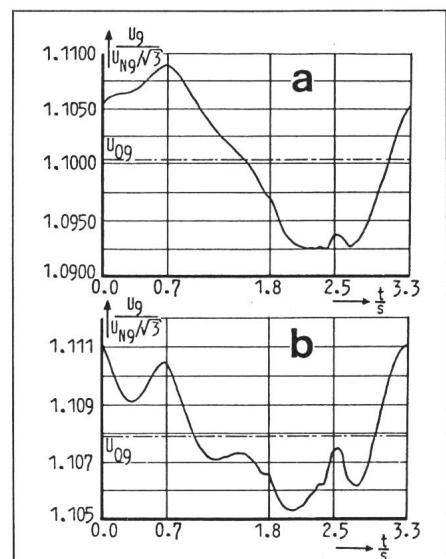


Fig. 2 Spannungsverlauf eines Generators im Netz des Synchro-Zyklotrons

a Spannungsverlauf ohne Synchronphasenschieber  
b Spannungsverlauf mit Synchronphasenschieber

Symmetrische Elemente:

$$\underline{Y}_{11} = \frac{1}{2} [\underline{Y}(1+\lambda) + \underline{Y}^*(1-\lambda)]$$

Antimetrische Elemente: (2)

$$\underline{Y}_{12} = \frac{j}{2} [\underline{Y}(1+\lambda) - \underline{Y}^*(1-\lambda)]$$

Da in der im letzten Dezemberheft veröffentlichten Arbeit auf diese vorteilhaften und aufwandsparenden Beziehungen nicht hingewiesen wurde, sollte dies zum Nutzen des Anwenders nachgetragen werden.

Die seinerzeit erarbeitete Theorie wurde benutzt, um u.a. die Auswirkungen periodisch verlaufender Laststöße, die in einem ausgedehnten elektrischen Energieversor-

gungsnetz auftreten können, zu untersuchen [4]. Beispielsweise wurde berechnet, wie die erheblichen Wirk- und Blindlaststöße der Magnetspeisung eines geplanten Synchro-Zyklotrons (Fig. 1) andere Maschinen und Verbraucher in einem Netz stören. Es zeigte sich, dass insbesondere die Spannungs- und Polradschwingungen an entfernt gelegenen Maschinen noch erheblich sind. Die Spannungsschwingungen konnten nach Figur 2 mit Hilfe eines Synchronphasenschiebers auf ein Drittel vermindert werden.

## Erwiderung des Verfassers

Besten Dank an Herrn Dr. Hartenstein für seine Bemerkungen betreffend der Wirk- und Blindlaststöße der Magnetspeisung eines Synchro-Zyklotrons und den Hinweis auf seine in PSCC vorgetragenen Arbeiten. Er gibt damit dem Leser die Mög-

## Adresse des Autors der Zuschrift

Dr. R. Hartenstein, Energie-Versorgung Schwaben AG, Hauptverwaltung, Kriegsbergstrasse 32, Postfach 158, D-7000 Stuttgart 1.

lichkeit, sich in dieses Thema zu vertiefen und verschiedene Methoden und deren Randbedingungen besser zu unterscheiden. Meinerseits möchte ich die zwei Gründe erwähnen, welche zur Entwicklung der im Aufsatz kurz beschriebenen Methode geführt haben:

1. Berücksichtigung der subsynchronen Resonanz, d.h. der gegenseitigen Beeinflussung zwischen dem elektrischen Netz und dem aus mehreren Massen bestehenden mechanischen System der Welle.

2. Erfassung eines beliebigen Netzes, dessen übliche Frequenzanalyse, nicht aber

die detaillierte Konfiguration, bekannt ist.

Ferner ist anzumerken, dass die von *Hartenstein* erwähnten Beziehungen zwischen den Admittanzen  $Y$ ,  $Y_{11}$ ,  $Y_{12}$  bereits in Gl. (6) des Aufsatzes, jedoch in einer verallgemeinerten Form, enthalten sind.

## Literatur

- [1] *R. Hartenstein*: Oscillations impressed upon diverse synchronous machines coupled to pulsating-torque prime movers in a common supply system. Proceedings of the third Power System Computation Conference (PSCC Proceedings), Rome, June 23...27, 1969, Paper D. & C. 9, p. 1...19.
- [2] *R. Hartenstein*: Erzwungene Schwingungen von Drehstrommaschinen mit ungleichförmigem Antriebsmoment, die über ein beliebiges Netz miteinander verbunden sind. Darmstädter Dissertation D 17. Technische Hochschule Darmstadt, 1970.
- [3] *G. Hosemann and R. Hartenstein*: Self-excited electromechanical oscillations in power systems and means for control. In: *E. Handschin*: Real-time control of electric power systems. Amsterdam/London/New York, Elsevier, 1972; p. 63...80.
- [4] *R. Hartenstein*: Nichtharmonische Lastschwingungen in Energieversorgungsnetzen. ETZ-A 93(1972)4, S. 235...238.

## Adresse des Autors

Dr. *I.M. Canay*, BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, Abt. T-EE, 5401 Baden.